

Proposta pragmática de contratos inteligentes no desenvolvimento de coleções: uma abordagem orientada à *blockchain*

Rafael Rocha

Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação, Belo Horizonte, MG, Brasil
rafael-rocha@ufmg.br

Gercina Ângela de Lima

Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação, Belo Horizonte, MG, Brasil
limagercina@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.26512/rici.v16.n1.2023.47596>

Recebido/Recibido/Received: 2022-12-11

Aceitado/Aceptado/Accepted: 2023-03-15

Resumo

O desenvolvimento de coleções é um processo cíclico, cujo objetivo é manter uma biblioteca alinhada aos anseios informacionais de sua comunidade. Para a garantia desse processo, diversos métodos foram propostos, mas nenhum deles adotou uma abordagem pragmática que envolvesse os contratos inteligentes na *blockchain*. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo buscar um método orientado à *blockchain*, com uso dos contratos inteligentes nas etapas do desenvolvimento de coleções para auxiliar os profissionais da informação no gerenciamento de um acervo bibliográfico. A metodologia se caracteriza como exploratória e descritiva, a partir da literatura disponível na área sobre os recursos oferecidos pela *blockchain*, e se desenvolve em três etapas: busca e seleção de trabalhos na literatura científica; análise e seleção de repositórios de código público; e, por fim, a sumarização. Como resultados, chegou-se à identificação dos principais recursos necessários em cada etapa do processo e das diversas implementações de contratos inteligentes. Nas bases *Web of Science* e *Scopus*, dos 631 trabalhos, foram identificados 16 que apresentaram propostas pragmáticas. Ainda, por meio de uma avaliação objetiva, foi escolhido o Ethereum, entre cinco projetos identificados, como a *blockchain* para o desenvolvimento dos contratos inteligentes. Por fim, os resultados são satisfatórios, mesmo não tendo encontrado contrato inteligente voltado para as bibliotecas.

Palavras-chave: Desenvolvimento de coleções. *Blockchain*. Contratos inteligentes. Ethereum.

Propuesta pragmática de contratos inteligentes en el desarrollo de la colección: un enfoque orientado a blockchain

Resumen

El desarrollo de colecciones es un proceso cíclico, cuyo objetivo es mantener una biblioteca alineada con los deseos de información de su comunidad. Para garantizar este proceso, se han propuesto varios métodos, pero ninguno de ellos adoptó un enfoque pragmático que involucre contratos inteligentes en la cadena de bloques. En este contexto, esta investigación tiene como objetivo buscar un método orientado a blockchain, utilizando contratos inteligentes en las etapas de desarrollo de la colección para ayudar a los profesionales de la información en la gestión de una colección bibliográfica. La metodología se caracteriza por ser exploratoria y descriptiva, basada en la literatura disponible en el área sobre los recursos que ofrece el blockchain, y se desarrolla en tres etapas: búsqueda y selección de trabajos en la

literatura científica; análisis y selección de repositorios de códigos públicos; y, finalmente, el resumen. Como resultado, se identificaron los principales recursos necesarios en cada etapa del proceso y las distintas implementaciones de contratos inteligentes. En las bases de datos Web of Science y Scopus, de los 631 trabajos, se identificaron 16 que presentaban propuestas pragmáticas. Aun así, a través de una evaluación objetiva, Ethereum fue elegido, entre cinco proyectos identificados, como la cadena de bloques para el desarrollo de contratos inteligentes. Finalmente, los resultados son satisfactorios, aún no habiéndose encontrado un contrato inteligente dirigido a bibliotecas.

Palabras-clave: Desarrollo de la colección. Blockchain. Contratos inteligentes. Ethereum.

Pragmatic proposal of smart contracts in collection development: a blockchain-oriented approach

Abstract

The development of collections is a cyclical process, whose objective is to keep a library aligned with the informational desires of its community. To guarantee this process, several methods have been proposed, but none of them adopted a pragmatic approach involving smart contracts on the blockchain. In this context, this research aims to seek a blockchain-oriented method, using smart contracts in the stages of collection development to assist information professionals in managing a bibliographic collection. The methodology is characterized as exploratory and descriptive, based on the literature available in the area on the resources offered by the blockchain, and is developed in three stages: search and selection of works in the scientific literature; analysis and selection of public code repositories; and, finally, the summary. As a result, the main resources needed at each stage of the process and the various implementations of smart contracts were identified. In the Web of Science and Scopus databases, of the 631 works, 16 were identified that presented pragmatic proposals. Still, through an objective evaluation, Ethereum was chosen, among five identified projects, as the blockchain for the development of smart contracts. Finally, the results are satisfactory, even not having found a smart contract aimed at libraries.

Keywords: Library. collection development. Blockchain. Smart contracts. Ethereum.

1 Introdução

O desenvolvimento de coleções é uma atividade realizada pelos bibliotecários para atender às necessidades informacionais dos usuários (SANJAY, 2016). As coleções são oriundas de materiais físicos ou digitais, podendo ser desde uma gravação de áudio até um livro. Conforme Reitz (2004), é necessário utilizar a análise estatística e as projeções demográficas, considerando as restrições orçamentárias. Ademais, o desenvolvimento de coleções engloba diversas etapas: seleção, aquisição, avaliação, desbastamento, dentre outras. Cada etapa é regida pela Política de Desenvolvimento de Coleções (PDC) da instituição, cujo foco deve ser as necessidades do usuário, pois é ele quem utiliza os recursos informacionais; portanto o usuário está em posição preferível para julgar a coleção da biblioteca.

Conforme Vignau e Meneses (2005), o desenvolvimento de coleções é o processo mais significativo e efetivo para qualquer unidade de informação. O intuito desse processo é manter o crescimento das coleções de modo sustentável, uma vez que há acúmulo exponencial de informação (VERGUEIRO, 1993). A ação de gerir as coleções caracteriza-se como um processo cíclico que transpassa a mera acumulação de material, sendo orientado por uma política que assegura o planejamento e a tomada de decisão (WEITZEL, 2012). Desse modo, provê informação que os usuários necessitam por meio do serviço de circulação.

Para tanto, a PDC estabelece as diretrizes que norteiam as ações e os critérios da escolha do acervo. Além disso, atua como contrato entre a comunidade e a biblioteca (JOHNSON, 2004). Essa transparência fortalece o vínculo entre a unidade de informação e o usuário, além de aumentar a participação da comunidade, uma vez que a PDC define a lógica sobre a qual as coleções serão selecionadas (WEITZEL, 2012). Conforme Evans e Saponaro (2005), diversos critérios e objetivos podem ser determinados, tais como: idioma, data de publicação, assunto, frequência de citação, índices. Esses critérios contribuem para auxiliar o bibliotecário a formalizar, de modo explícito, as decisões nas diversas etapas do desenvolvimento de coleções.

A evolução das tecnologias possibilitou novas perspectivas para o desenvolvimento de coleções. Segundo Johnson (2004, p. 39), "o futuro do desenvolvimento de coleções será influenciado pela rápida disseminação da tecnologia digital como meio de criação, acesso e entrega de informações", sendo a *blockchain* uma inovação para a área.

Nakamoto (2008) desenvolveu um sistema financeiro baseado em blocos com transações validadas e com marcação horária (*timestamp*). Esse novo modelo de gerir transações ficou conhecido como *blockchain*. O contrato inteligente (*smart contract*) é uma das funcionalidades disponíveis em uma *blockchain* (ALHARBY; VAN MOORSEL, 2017). Os contratos inteligentes são trechos de código registrados na *blockchain*, de natureza pública e auditável. Isso permite que as partes interessadas saibam, previamente, como ocorrerá determinada transação.

No contexto das bibliotecas, Hoy (2017) propôs a utilização da *blockchain* para a gestão de direitos autorais digitais. Essa proposta permite que os materiais digitais sejam identificados unicamente, controlados e transferidos. Assim, o detentor dos direitos autorais dos documentos consegue controlar sua movimentação. Verma (2021) ampliou a proposta, que passou a ser utilizada no compartilhamento de objetos, ferramentas e serviços. Com essa estratégia, segundo esse autor, uma biblioteca pode criar moedas e *vouchers* para o financiamento, permitindo manter os registros autenticados e com a garantia de proveniência.

De acordo com Safdar *et al.* (2022), majoritariamente, a literatura analisa, de modo abrangente, as soluções da *blockchain* para a Biblioteconomia. Entende-se que é necessário um enfoque mais pragmático nas soluções da área. Desse modo, o problema é que o desenvolvimento de coleções não adota plenamente novas tecnologias, mais especificamente, os contratos inteligentes. Nesse contexto, questiona-se: quais as contribuições pragmáticas dos contratos inteligentes para o desenvolvimento de coleções?

Este artigo faz parte da pesquisa sobre *blockchain* apresentada por Rocha e Lima, WIDaT (2022). Especificamente apresenta-se um estudo em desenvolvimento de coleções no contexto da *blockchain* em Repositório de Código Público (RCP). Dessa forma, o objetivo principal deste

artigo é identificar as principais contribuições da *blockchain* para o desenvolvimento de coleções, especificamente, em Repositório de Código Público. Além disso, almeja-se explorar, do ponto de vista pragmático, as tecnologias em torno dos contratos inteligentes, bem como mapear as funcionalidades salientes para o desenvolvimento de coleções no contexto da *blockchain*.

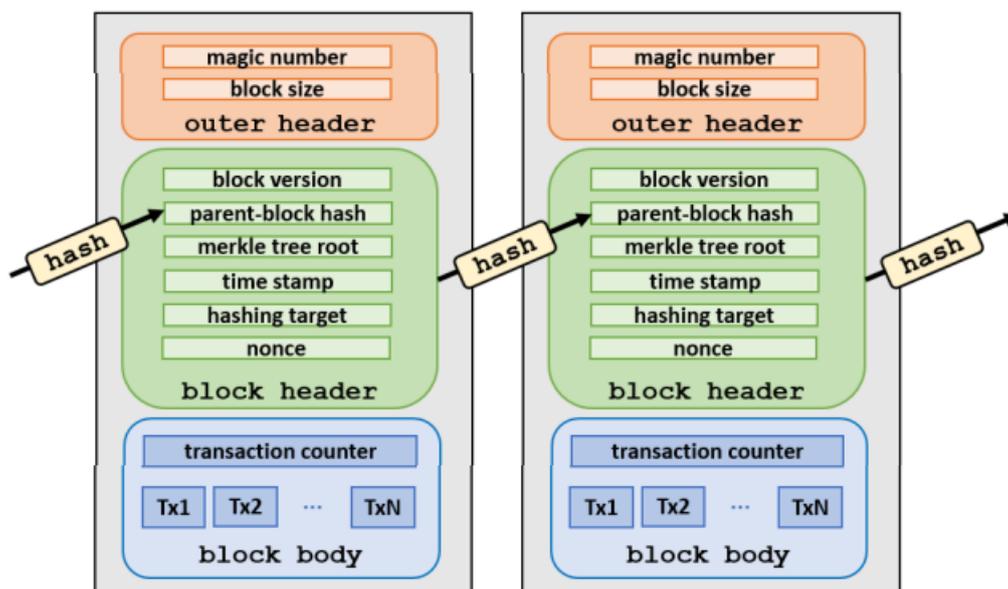
2 Fundamentação teórica

Esta seção fundamenta conceitualmente o trabalho. A Seção 2.1 apresenta características da *blockchain*, bem como sua estrutura. Em seguida, descrevem-se os contratos inteligentes e seu ciclo de vida. Por fim, na Seção 2.2 conceitua-se o desenvolvimento de coleções.

2.1 Blockchain e os contratos inteligentes

A *blockchain* pode ser definida como um livro-razão imutável e compartilhado que facilita o processo de registro de transações e de controle de ativos em uma rede de negócios (NAKAMOTO, 2008), possuindo blocos contendo diversas transações, que são validados quando ocorrem as transações. A dinâmica desse processo se dá quando o bloco recém validado aponta para o último bloco válido, formando, assim, a cadeia de blocos (*blockchain*); que é garantida por algoritmos de criptografia. Conforme Belotti *et al.* (2019), um bloco é composto por um cabeçalho externo (*outer header*) identificando a *blockchain* e especificando o tamanho do bloco. O cabeçalho de bloco (*block header*) contém as informações sobre a validação do bloco e seu bloco pai. O corpo do bloco (*block body*) consiste na lista de transações e um contador de transações. A Figura 1 representa a estrutura dos blocos e suas ligações.

Figura 1 – Estrutura dos blocos na *blockchain*

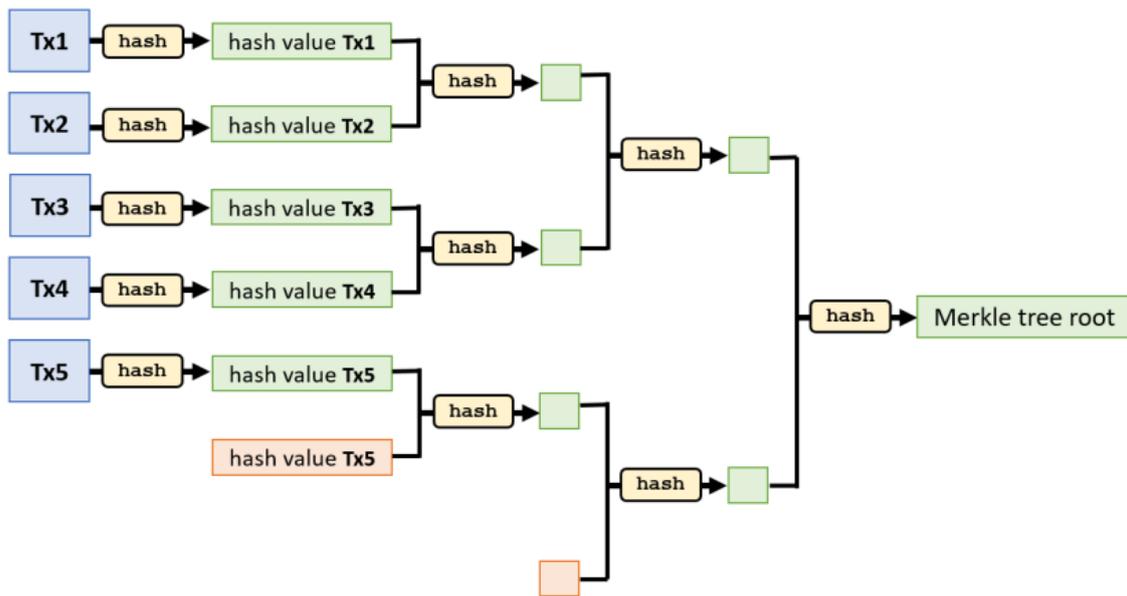


Fonte: Belotti *et al.* (2019).

A estrutura dos blocos varia de uma *blockchain* para outra, no entanto há compartilhamento de uma estrutura comum. Cada *blockchain* utiliza um número mágico (*magic number*), que é um número aleatório incluído no início do bloco que fornece informação sobre a rede pertencente, já o tamanho do bloco (*block size*) determina o seu número máximo de *bytes*. O cabeçalho do bloco (*block header*) possui os seguintes elementos: (1) versão do bloco (*block version*), que se refere ao protocolo da *blockchain*, ou seja, ao algoritmo de consenso usado nas validações de bloco; (2) *hash* do bloco pai (*parent-block hash*), que aponta o *hash* do cabeçalho do bloco válido anterior; (3) registro data e hora (*time stamp*), que indica o momento da criação do bloco; (4) a raiz da árvore merkle (*merkle tree root*), que é o valor da *hash* oriunda da árvore de transações presentes no corpo do bloco (*block body*); (5) *nonce*, que é uma *string* de comprimento fixo crucial no processo de validação.

Nesse procedimento, as transações são pareadas para gerar a raiz da árvore Merkle, conforme exemplificado na Figura 2, a qual demonstra como o algoritmo gera os *hashes* até a raiz. Nesse caso, a sexta transação está ausente, de modo que a quinta transação é duplicada para manter a integridade do resultado.

Figura 2 – Transações de um bloco



Fonte: Belotti *et al.* (2019).

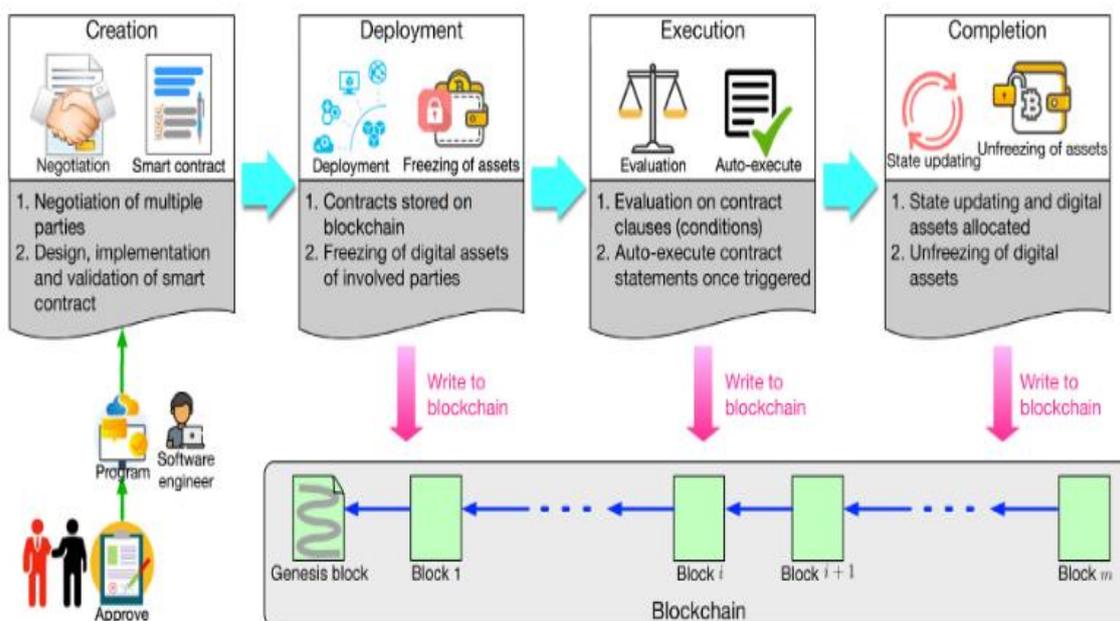
As transações em uma *blockchain* são trocas de *commodities* digitais entre duas ou mais partes (GUPTA; SADOOGHI, 2021, p. 2). Nesse contexto, entende-se como contratos, acordos, transferências ou ativos. Quando ocorre uma transação, a propagação decorre concomitantemente para o nó mais próximo da *blockchain*. A junção de diversas transações válidas gera um bloco (igualmente válido). Nakamoto (2008) apresentou o *Bitcoin* como uma proposta de moeda descentralizada, sendo essa considerada a primeira proposta pragmática de utilização da *blockchain*. Essa proposta permitiu que diversas pessoas, de qualquer parte do mundo, fizessem trocas voluntárias sem necessidade de uma entidade central. Além do mais, a falta de arbitrariedades nas transações permitiu que novas aplicações na *blockchain* fossem exploradas, por exemplo, os contratos inteligentes.

Conforme Szabo (1994, p. 1), “um contrato inteligente é um protocolo de transação computadorizado que executa os termos de um contrato”. Para Alharby e Van Moorsel (2017), os contratos inteligentes são códigos executáveis que rodam na *blockchain* para facilitar, executar e fazer cumprir os termos de um acordo entre as partes, com o objetivo de satisfazer condições contratuais comuns, como, por exemplo, as condições de pagamento, os ônus existentes e a confidencialidade. Nesse processo, a execução é totalmente transparente e autônoma; ou seja, quando as partes concordam com as condições, a *blockchain* executa todo o processo de forma autônoma. Zheng *et al.* (2020) afirmam que os contratos inteligentes, após implantados, são considerados autônomos, uma vez que os dados necessários estão na própria *blockchain*. Ao assinar um contrato inteligente, as partes envolvidas estão cientes das

consequências, não sendo possível reverter a ação. Dessa forma, minimiza exceções maliciosas ou acidentais, além de minimizar a necessidade de intermediários confiáveis.

Segundo Xavier e Duque (2021), os contratos inteligentes conseguem armazenar apenas o livro razão (*ledger*) na *blockchain*. Essa ocorrência implica na necessidade de servidores externos armazenarem quantidades maiores de dados e seus respectivos metadados. A Figura 3 representa o ciclo de vida dos contratos inteligentes, com quatro fases, a saber: (i) criação – entre as partes, ocorre a negociação do desenho, implementação e validação do contrato inteligente; (ii) implantação – os contratos são armazenados na *blockchain*, congelando, assim, os ativos digitais envolvidos; (iii) execução, avaliação das condições, bem como a autoexecução das instruções do contrato quando disparado; (iv) conclusão – os ativos são descongelados e alocados; por fim o estado é atualizado.

Figura 3 – Ciclo de vida dos contratos inteligentes



Fonte: Zheng *et al.* (2020).

A gravação na *blockchain* ocorre em três fases: (1) implantação (criação e desenvolvimento), (2) execução e (3) conclusão.

A fase de criação é obrigatoriamente realizada por meio de uma linguagem de programação, que dá a lógica nos contratos inteligentes. Diversas linguagens implementam os contratos inteligentes, sendo que algumas possuem as *blockchain* específicas que podem ser

implantadas. Exemplos de linguagem de programação para construção de contratos inteligentes são: Act¹; Bitml²; Plutus³; Pact⁴; Solidity⁵.

A Figura 4 representa um contrato inteligente escrito em Solidity denominado “Coin”. Este contrato permite a determinada pessoa cunhar (*mint*) a moeda (*coin*), além de permitir ao dono da moeda enviar (*send*) suas moedas contidas em seu saldo (*balances*) para outra pessoa.

Figura 4 – Exemplo de contrato inteligente

```
1 contract Coin {
2     address public minter;
3     mapping (address => uint) public balances;
4
5     constructor() public {
6         minter = msg.sender;
7     }
8
9     function mint(address receiver, uint amount) public
10    {
11        if (msg.sender != minter) return;
12        balances[receiver] += amount;
13    }
14
15    function send(address receiver, uint amount) public
16    {
17        if (balances[msg.sender] < amount) return;
18        balances[msg.sender] -= amount;
19        balances[receiver] += amount;
20    }
21 }
```

Fonte: Jiao *et al.* (2020).

A utilização da *blockchain* desde a criação do *Bitcoin* no sistema financeiro é sua aplicação mais relevante (REJEB; REJEB; KEOGH, 2021). No entanto outras abordagens vêm sendo desenvolvidas para outras áreas do conhecimento (MONRAT; SCHELÉN; ANDERSSON, 2019), tais como: saúde, educação, energia, seguros. Por fim, a biblioteconomia também se beneficia com toda tecnologia desenvolvida, potencializando a prestação de serviços.

2.2 Formação e desenvolvimento de coleções

Conforme Sanjay (2016), a coleção de uma unidade de informação origina-se a partir do conjunto de materiais em diferentes formatos, a saber: mídia impressa (livros, periódicos e

¹Disponível em: <https://github.com/ethereum/act>. Acesso em: 13 jan. 2023.

²Disponível em: <https://github.com/bitml-lang/bitml-compiler>. Acesso em: 13 jan. 2023.

³Disponível em: <https://github.com/input-output-hk/plutus>. Acesso em: 13 jan. 2023.

⁴Disponível em: <https://github.com/kadena-io/pact>. Acesso em: 13 jan. 2023.

⁵Disponível em: <https://github.com/ethereum/solidity>. Acesso em: 13 jan. 2023.

publicações institucionais ou governamentais), microformatos, gravações de áudio e vídeo, dentre outros. Vergueiro (1993) afirma que cada unidade de informação necessita primeiramente formar suas coleções e gerir o seu desenvolvimento para um crescimento sustentável.

Na literatura, existem algumas sugestões de procedimento para o desenvolvimento de coleções. Evans e Saponaro (2005) propuseram nove ações: identificação, seleção, aquisição, organização, preparação, armazenamento, interpretação, utilização e disseminação. De modo consonante, Johnson (2004) estabeleceu os seguintes procedimentos: avaliação das necessidades dos usuários; seleção; estudos de uso de coleções; análise de coleção; administração de orçamento; identificação das necessidades de cobrança; alcance e ligação com a comunidade e os usuários; planejamento para o compartilhamento de recursos; decisões sobre limpeza, armazenamento e preservação; e a organização e a atribuição de responsabilidades. Vignau e Meneses (2005) seguiram abordagem similar, indicando sete ações: identificação da comunidade, análise da comunidade, política de coleção, política de seleção, aquisição, política de descarte e avaliação da coleção.

Nota-se que, em todas as propostas, o processo é iniciado com o estudo das necessidades do usuário, cujas demandas informacionais são levantadas. Em seguida, é realizada a identificação das obras que atenderão tal demanda, complementada pela seleção e aquisição. Com a coleção formada, procede-se à organização e ao armazenamento; por conseguinte, manifesta-se a divulgação para o usuário e a coleção passa a ser utilizada. A Figura 5 demonstra o processo do desenvolvimento de coleções.

Figura 5 – Modelo de desenvolvimento de coleções



Fonte: Traduzido de Evans e Saponaro (2005).

Percebe-se que, para cada etapa do desenvolvimento de coleções, há peculiaridades. Por esse motivo, é importante a Política de Desenvolvimento de Coleções (PDC), pois ela guia o processo, tornando-o, assim, transparente, seguro e colaborativo.

3 Procedimentos metodológicos

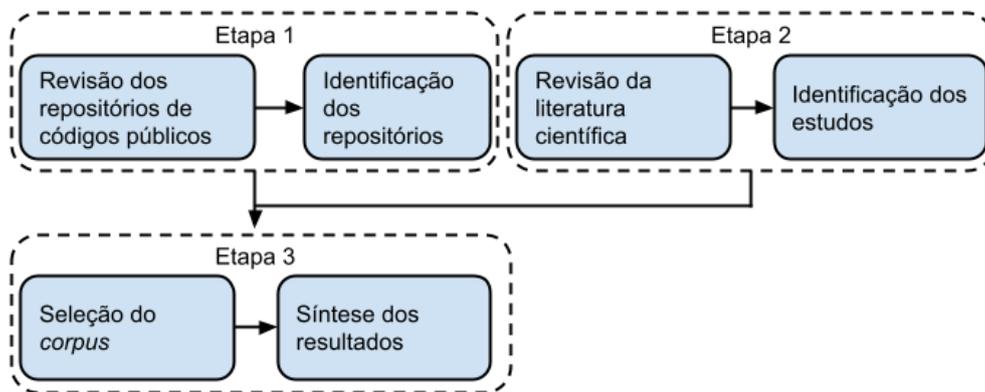
Seguindo a orientação de Gil (2002), esta pesquisa se caracteriza como exploratória e descritiva, no que diz respeito ao objetivo geral. Recorreu-se à literatura científica para obter as informações necessárias sobre a utilização dos contratos inteligentes no desenvolvimento de coleções, bem como investigou-se nos Repositório de Código Público (RCP) o GitHub⁶ e o GitLab⁷ para complementar as informações.

Os procedimentos metodológicos foram realizados em três etapas, conforme apresentado na Figura 6. As etapas são descritas a seguir, sendo que, na Seção 3.1, apresentam-se os procedimentos das Etapas 1 e 2; e a Seção 3.2 explica a seleção do *corpus* e faz a análise dos resultados.

⁶ Disponível em: <https://github.com>. Acesso em: 15 jan. 2023.

⁷ Disponível em: <https://gitlab.com/explore>. Acesso em: 15 jan. 2023.

Figura 6 – Etapas do procedimento metodológico



Fonte: elaborada pelos autores.

3.1 Revisão e protocolo

Na Etapa 1, foi realizada revisão de cada RCP, utilizando os seguintes termos: *blockchain* e *smart contract*. O RCP foi avaliado pela quantidade de estrelas de sua avaliação, sendo que, quanto mais estrelas o RCP tiver, significa um maior interesse no projeto (GITHUB, 2023) pelos desenvolvedores. Nesse caso, os RCP foram ordenados pela sua quantidade de estrelas. Assim, considerou-se que o repositório, para ser elegível para a próxima etapa, necessitaria de ter pelo menos 20% de estrelas em sua avaliação.

Na Etapa 2, realizou-se a revisão narrativa da literatura, que, conforme Rother (2021), é um procedimento metodológico que destina a descrever o detalhamento de certo tema. Para tanto, reúne um *corpus* de pesquisa para levantamento teórico e contextual da temática.

O objetivo da revisão é encontrar aplicações pragmáticas dos contratos inteligentes no desenvolvimento de coleções. Com isso, a Questão de Pesquisas (QP) é: como a *blockchain* e os contratos inteligentes são aplicados no desenvolvimento de coleção?

Baseado na QP, os termos de busca em português são: desenvolvimento de coleções; biblioteca; bibliotecas; *blockchain*; contratos inteligentes. A palavra-chave para todas as variações de biblioteca é bibliotec*. O asterisco (*) é “curinga” para todas as variações possíveis. O restante das palavras-chaves são os próprios termos, ou seja, ciência da informação; *blockchain* e contratos inteligentes. A busca em inglês utiliza librar* para: *library*; *libraries*; *librarianship*. As outras palavras-chaves em inglês são: *blockchain* e *smart contracts*.

As bases selecionadas foram: *Web of Science* (WoS) e *Scopus*. O acesso ao WoS e Scopus foi realizado pelo portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

Superior⁸ (CAPES) através do acesso remoto via Comunidade Acadêmica Federada⁹ (CAFe). A *string* de busca em português e inglês foram, respectivamente: (blockchain OR “contratos inteligentes”) AND (bibliotec* OR “desenvolvimento de coleções”); (blockchain OR “smart contracts”) AND (librar* OR “collection development”). Os trabalhos recuperados das bases serão submetidos à etapa de condução (Seção 3.2).

3.2 Condução

Na triagem inicial dos RCP (Etapa 1), foram identificados 157.902 repositórios. A *blockchain* com mais estrelas pela comunidade de desenvolvedores é a Ethereum, com 41.000 estrelas no GitHub, ao passo que o GitLab não encontrou um RCP com estrelas suficientes. Para corte serão considerados *blockchain* com até 20% da primeira colocada, conforme descrito na Seção 3.1. Nesse contexto, é considerado somente um RCP com até 8.200 estrelas. Portanto os projetos elegíveis para a criação de uma *blockchain* são: Ethereum¹⁰, Diem¹¹, Hyperledger Fabric¹², Chia¹³ e Solana¹⁴.

Ainda nos repositórios públicos, foram encontradas linguagens para a criação de contratos inteligentes que estão intrinsecamente ligadas à sua *blockchain*. Ou seja, para escolher uma *blockchain*, obrigatoriamente deve-se adotar determinada linguagem de programação. Com base nas *blockchain* escolhidas, as linguagens são: Solidity¹⁵ (Ethereum), Move¹⁶ (Diem), ChainCode¹⁷ (Hyperledger Fabric), Chialisp¹⁸ (Chia), Rust¹⁹ (Solana). Por fim, foram recuperadas bibliotecas para a criação de contratos inteligentes: OpenZeppelin²⁰, Waffle²¹ e SolidState²². Ressalta-se que as linguagens são abstrações que estimulam a criação da lógica nos contratos inteligentes, ao passo que as bibliotecas fornecem os códigos comuns que podem ser reaproveitados por diversos contratos.

⁸ Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br>. Acesso em: 2 jan. 2023.

⁹ Disponível em: <https://www.rnp.br/servicos/servicos-avancados/cafe>. Acesso em: 2 jan. 2023.

¹⁰ Disponível em: <https://github.com/ethereum/go-ethereum>. Acesso em: 15 jan. 2023.

¹¹ Disponível em: <https://github.com/diem/diem>. Acesso em: 15 jan. 2023.

¹² Disponível em: <https://github.com/hyperledger/fabric>. Acesso em: 15 jan. 2023.

¹³ Disponível em: <https://github.com/Chia-Network/chia-blockchain>. Acesso em: 15 jan. 2023.

¹⁴ Disponível em: <https://github.com/solana-labs/solana>. Acesso em: 15 jan. 2023.

¹⁵ Disponível em: <https://github.com/ethereum/solidity>. Acesso em: 15 jan. 2023.

¹⁶ Disponível em: <https://github.com/diem/move>. Acesso em: 15 jan. 2023.

¹⁷ Disponível em: <https://github.com/hyperledger/fabric-private-chaincode>. Acesso em: 15 jan. 2023.

¹⁸ Disponível em: <https://github.com/Chia-Network/chialisp-web>. Acesso em: 15 jan. 2023.

¹⁹ Disponível em: <https://github.com/rust-lang/rust>. Acesso em: 15 jan. 2023.

²⁰ Disponível em: <https://github.com/OpenZeppelin/openzeppelin-contracts>. Acesso em: 15 jan. 2023.

²¹ Disponível em: <https://github.com/TrueFiEng/Waffle>. Acesso em: 15 jan. 2023.

²² Disponível em: <https://github.com/solidstate-network/solidstate-solidity>. Acesso em: 15 jan. 2023.

A Etapa 2 recuperou das bases de dados Scopus e WoS um total de 631 trabalhos. Após passar pela leitura do título e resumo, 580 foram excluídos por não se tratar da *blockchain* ou contratos inteligentes nas bibliotecas, restando 51. Na leitura completa dos 51 trabalhos, foram identificados aqueles que não abordaram a *blockchain* ou os contratos inteligentes de forma pragmática, tratando-se alguns de revisões ou ensaios. Havia ainda trabalhos que não tinham seu acesso on-line disponível e aqueles que não estavam em inglês nem em português. Portanto foram excluídos 35 trabalhos, restando 16.

Por fim, as cinco *blockchains* selecionadas e os 16 trabalhos científicos serão sumarizados na Seção 4.

4 Resultados

Os resultados foram alcançados com a aplicação das duas primeiras etapas da metodologia (Seção 3). A Seção 4.1 submete cada *blockchain* a uma avaliação objetiva. Com efeito, será escolhida a *blockchain* que ofereça maior quantidade de recursos e que possua suporte da comunidade e dos mantenedores. Por fim, a Seção 4.2 sumariza como os trabalhos científicos abordam a aplicação da *blockchain* e os contratos inteligentes nas bibliotecas e no desenvolvimento de coleções.

4.1 Blockchain e contratos inteligentes

Esta seção apresenta as métricas oferecidas pelo próprio Github para a avaliação dos RCP. Conforme Github (2023), a “estrela” é um meio para favorizar os projetos. O “observador” é uma subscrição ao serviço de notificação de qualquer mudança que ocorra no RCP. O “fork” é contador de quantas vezes o RCP foi copiado dentro do Github. A métrica “usado por” mostra o quantitativo de outros projetos que utilizam o repositório. Os “contribuidores” são pessoas que possuem acesso especial ao RCP. Esse último possui permissão de administrador para manter o projeto funcionando corretamente.

Um *Pull Request* (PR) é uma requisição de código enviado ao repositório, necessitando a autorização de algum contribuidor para que a atualização do código tenha efeito (GITHUB, 2023). O *merged* PR é a quantidade de PR aceitas, ao passo que um *open* PR está aguardando algum contribuidor aceitar.

Um *issue* pode ser ideias, comentários, tarefas ou erros (GITHUB, 2023), podendo tornar-se um PR ou não. Os *closed issues* foram encerrados por algum contribuidor, enquanto *new issues* estão aguardando a revisão de um responsável.

A Tabela 1 possui as métricas disponíveis no Github coletada no dia 03 de fevereiro de 2023. Ainda os quantitativos relacionados ao PR e os *issues* são o somatório de um mês a partir da data citada.

Tabela 1 – Métricas do RCP

	estrela	observador	fork	usado por	contribuidor	merged PR	open PR	closed issues	new issues
Ethereum	41.000	2.200	15.900	9.900	869	86	13	72	15
Diem	16.700	538	2.600	813	180	11	23	1	1
Hyperledger Fabric	14.300	1.000	8.400	1.400	328	61	8	14	11
Chia	11.000	329	2.000	70	153	97	58	38	28
Solana	2.700	271	2.700	50	429	399	97	65	63

Fonte: elaborada pelos autores.

Com base nos dados da Tabela 1, o Ethereum e Diem são, respectivamente, as duas primeiras em quantidade de estrelas. Já o Ethereum e o Hyperledger Fabric são os melhores no quesito de observadores, fork e usado por. O Ethereum e Solana possuem maior quantidade de contribuidores.

A menor quantidade de PR aberta significa que os contribuidores estão decidindo o que fazer com os códigos enviados. Nesse contexto, Hyperledger Fabric e Ethereum possuem os melhores números. De maneira semelhante são as *issues*. Poucas *new issues* revela capacidade de solução do projeto. Neste último ponto, Diem e Hyperledger Fabric possuem as melhores posições.

Levando em conta todos os números levantados, o Ethereum apresentou o melhor resultado. O Ethereum é a *blockchain* elegível para a implantação dos contratos inteligentes. Portanto, serão desenvolvidos na linguagem Solidity, uma vez que a *blockchain* é intrinsecamente ligada à linguagem de programação.

4.2 Aplicação dos contratos inteligentes

Uma das descobertas relatadas na literatura é que os contratos inteligentes não são aplicáveis a todo o desenvolvimento de coleções, visto que o fator humano e a gestão do material físico, por exemplo, não possuem uma solução totalmente digital. Nesse contexto, os estudos analisados focam na utilização tecnológica da *blockchain* e nos contratos inteligentes em serviços inerentes às bibliotecas.

Os contratos inteligentes podem ser aplicados nos cartões de bibliotecas (AVERIN; DEGTYAREV; BOGATYREVA, 2021), controlando todas as transações que ocorreram com o livro de forma pública, anonimizando os dados sensíveis. Ademais, permite a criação de papéis para

cada parte interessada nas transações (CAO; YANG, 2019). Essa divisão de papéis melhora a análise das transações. Assim, são considerados quatro agentes, tais como: autor – pessoas ou organizações que criam a entrada de um item da coleção; editor – auxilia o autor na promoção e na cobrança pela obra; leitor – pessoas ou organizações que alugaram ou pegaram emprestados os itens da coleção; publicador – agente que publica a cópia ou parte de uma obra.

Na visão de Coghill (2018), a identificação dos papéis permite o patrocínio entre essas partes sem intermediação de um administrador central, por exemplo, patrocínio de leitores a um determinado autor. Lund (2021) ratifica que tanto leitores quanto produtores podem ser pagos por tempo de atenção dedicado às obras. Ou seja, quanto mais uma pessoa se dedica a determinado material, tanto o leitor quanto os envolvidos na produção são recompensados com moedas cunhadas na *blockchain*. O direito autoral controlado pela *blockchain* permite que os editores e autores possam receber melhor *feedback* da circulação da obra (HOY, 2017; VERMA, 2021). Por fim, é possível garantir a comissão por transações realizadas, de modo a estimular, com eficiência, a cadeia de produção.

Zhang, Zhang e Li (2021) propõem um sistema descentralizado de empréstimo. Em outras palavras, não é necessária uma entidade central (por exemplo, biblioteca) para a gestão de empréstimo. Os empréstimos são conduzidos pelos pares. Nessa mesma conjuntura, o empréstimo e a comercialização de livros eletrônicos (*e-books*) (LEE *et al.*, 2021; KUO; SHIEH, 2020). Nesse sentido, podem ser analisados os itens ociosos, as compras, as vendas e os empréstimos (CHIU; MENG; LI, 2021; ZENG *et al.*, 2019). Liu (2021) propôs um sistema completo de gestão de itens de uma coleção, cuja aquisição e empréstimo estão integrados, utilizando tecnologias como: plataformas web, aplicativos móveis e portais. Essa abordagem garante maior transparência nas participações realizadas e as contribuições apresentadas podem ser utilizadas nos processos de identificação, seleção, aquisição, desbastamento e descarte, durante o desenvolvimento de coleções. Essas contribuições se justificam, já que o processo de registro na *blockchain* gera métricas para nortear a identificação das obras com maiores transações.

A biblioteca inteligente será beneficiada pela *blockchain* e dos contratos inteligentes (LI; LIAO, 2022), uma vez que a falta de espaço cria a necessidade da digitalização da maior parte dos serviços disponíveis. O serviço prestado terá maior precisão ao usuário com a maior integração entre as diversas bibliotecas. Conforme Abid (2021), a biblioteca tradicional também é favorecida com os avanços tecnológicos adotados; como, por exemplo, a proposta de Pambudi *et al.* (2021), que autentica documentos por meio da *blockchain*, permitindo que qualquer entidade valide documentos publicamente. Portanto, independentemente de qual modelo de biblioteca, a *blockchain* sempre trará segurança e melhoria dos serviços.

A análise da literatura científica não localizou propostas com implementação prática. Com exceção de Pambudi *et al.* (2021), que demonstra uma proposta de aplicação da *blockchain* na autenticação de documentos, não foi encontrado RCP alinhado à proposta desta pesquisa. De qualquer modo, os bibliotecários precisam acompanhar o desenvolvimento da *blockchain*, sobretudo as operações complexas dos bastidores, analisando, com detalhes, “[...] quando, onde, por que e como a *blockchain* pode ser usada para melhorar a eficiência, a eficácia e a confiabilidade de dados intensivos” (FREDERICK, 2019, p. 4).

Por fim, os resultados são satisfatórios. Diversas abordagens de integração e fornecimento de serviços estão disponíveis na literatura, ajudando na futura implementação dos contratos inteligentes para o desenvolvimento de coleções.

5 Considerações finais

Quando se iniciou esta pesquisa, identificou-se uma nova abordagem para o desenvolvimento de coleções, sendo esse um processo fundamental para o crescimento de uma biblioteca. Entretanto a *blockchain* e os contratos inteligentes não foram aproveitados em sua potencialidade para auxiliar no gerenciamento das coleções.

A metodologia utilizada foi a revisão da literatura, tendo em vista mapear os estudos em que a *blockchain* e os contratos inteligentes foram adotados no âmbito do desenvolvimento de coleções. Para isso, foram revisados 16 entre 631 trabalhos. Em seguida, foi realizada a análise dos repositórios públicos para identificação da *blockchain* e dos contratos inteligentes. A *blockchain* Ethereum conseguiu maior pontuação na avaliação proposta. Portanto o RCP possui robustez para suportar novos contratos inteligentes.

Os autores consideram que o objetivo principal foi alcançado tanto quanto os objetivos específicos. Em outras palavras, identificaram-se as contribuições dos contratos inteligentes e *blockchain* para o desenvolvimento de coleções. O problema levantado pelos autores foi totalmente respondido. Ou seja, não foi encontrado RCP com contratos inteligentes voltados para as bibliotecas, no entanto a literatura científica apontou diversas abordagens na sua aplicação.

Para trabalhos futuros, os autores propõem o desenvolvimento dos contratos inteligentes voltados para o desenvolvimento de coleções, e, de forma mais abrangente, para a biblioteconomia na *blockchain* Ethereum. Além disso, avançar na avaliação das contribuições científicas em torno dessa temática. Uma limitação desta pesquisa é não priorizar questões de segurança e privacidade. Isso indica a necessidade da realização de estudos posteriores.

Referências

ABID, H. Uses of blockchain technologies in library services. **Library Hi Tech News**, v. 38, n. 8, p. 9-11, 2021.

ALHARBY, M.; VAN MOORSEL, A. Blockchain-based smart contracts: A systematic mapping study. **arXiv preprint arXiv:1710.06372**, 2017.

AVERIN, A.; DEGTYAREV, V.; BOGATYREVA, V. Review of Systems for Issuing and Verifying Library Cards Based on Blockchain Technology. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUALITY MANAGEMENT, TRANSPORT AND INFORMATION SECURITY, INFORMATION TECHNOLOGIES (IT&QM&IS), 2021. Yaroslavl, Russian Federation: IEEE, 2021. p. 148-151. DOI: 10.1109/ITQMIS53292.2021.9642813

BELOTTI, M. *et al.* A vademecum on blockchain technologies: When, which, and how. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 21, n. 4, p. 3796-3838, 2019.

CAO, L.; YANG, H. Building virtual digital library based on P2P and Blockchain. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT HUMAN-MACHINE SYSTEMS AND CYBERNETICS (IHMSC), 11TH, 2019. Hangzhou, China: IEEE, 2019. p. 341-345. DOI: 10.1109/IHMSC.2019.10173

CHIU, W. Y.; MENG, W.; LI, W.. LibBlock-towards decentralized library system based on blockchain and IPFS. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRIVACY, SECURITY AND TRUST (PST), 18TH, 2021. Auckland, New Zealand: IEEE, 2021. p. 1-9. DOI: 10.1109/PST52912.2021.9647821

COGHILL, J. G. Blockchain and its implications for libraries. **Journal of Electronic Resources in Medical Libraries**, v. 15, n. 2, p. 66-70, 2018.

EVANS, G. E.; SAPONARO, M. Z. **Developing library and information center collections**. 5. ed. Westport: Libraries Unlimited, 2005.

FREDERICK, D. E. Blockchain, libraries and the data deluge. **Library Hi Tech News**, v. 36, n. 10, p. 1-6, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GITHUB. **GitHub Docs**, 2023. Disponível em: <https://docs.github.com/pt> Acesso em 03 de fev. de 2023.

GUPTA, S.; SADOGLI, M. Blockchain transaction processing. *In*: **arXiv.org**. Ithaca: Cornell University Library, arXiv.org, 2021. [arXiv:2107.11592](https://arxiv.org/abs/2107.11592)

HOY, M. B. An introduction to the blockchain and its implications for libraries and medicine. **Medical reference services quarterly**, v. 36, n. 3, p. 273-279, 2017.

JIAO, J.; KAN, S.; LIN, W.; SANAN, D.; LIU, Y.; SUN, J. Semantic understanding of smart contracts: Executable operational semantics of solidity. *In*: **2020 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)**. San Francisco, CA: IEEE, 2020. p. 1695-1712. DOI: 10.1109/SP40000.2020.00066

JOHNSON, P. **Fundamentals of collection development & management**. Chicago: ALA, 2004.

KUO, Y. J.; SHIEH, J. C. Cross-domain design of blockchain smart contract for library and healthcare privacy. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MEDICAL AND HEALTH INFORMATICS, 4TH, 2020. Proceedings. Association for Computing Machinery, 2020. p. 122-126. <https://doi.org/10.1145/3418094.3418145>*

LEE, C.; LI, W.; LI, T.; CHEN, L. E-book Circulation System Based on Blockchain. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL SCIENCE AND COMPUTATIONAL INTELLIGENCE (CSCI), 2021. Las Vegas, NV: IEEE, 2021. p. 615-619. DOI: 10.1109/CSCI54926.2021.00164*

LI, F.; LIAO, K. Research on Multi Service Collaboration Mode of University Smart Library Based on Blockchain. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLOUD COMPUTING AND BIG DATA ANALYTICS (ICCCBDA), 7TH, 2022. Chengdu, China: IEEE, 2022. p. 217-220. DOI: 10.1109/ICCCBDA55098.2022.9778878.*

LIU, Xiaogang. Research on University Book Sharing Cloud Platform Based on Blockchain. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND INFORMATION SYSTEMS, 2ND, 2021. 2021. p. 1-5.*

LUND, B. The Brave browser: a monetary opportunity for libraries in the cryptoverse. **Library Hi Tech News**, v. 38, n. 6, p. 15-16, 2021.

MONRAT, A. A.; SCHELÉN, O.; ANDERSSON, K. A survey of blockchain from the perspectives of applications, challenges, and opportunities. **IEEE Access**, v. 7, p. 117134-117151, 2019.

NAKAMOTO, S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. **Decentralized Business Review**, p. 1-9, 2008.

PAMBUDI, A.; PURNAMA, S.; AYUNINGGATT, T.; LESTARI SANTOSO, N. P.; OKTARIYANI. A. Legality on digital document using blockchain technology: an exhaustive study. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATICS AND COMPUTING (ICIC), 6TH, Jakarta, Indonesia, 2021. IEEE, 2021. p. 1-6. DOI: 10.1109/ICIC54025.2021.9632860*

REITZ, J. M. **Dictionary for library and information science**. Libraries Unlimited, 2004.

REJEB, A.; REJEB, K.; KEOGH, J. G. Cryptocurrencies in Modern Finance: A Literature Review. **Etikonomi**, v. 20, n. 1, p. 93-118, 2021.

ROCHA, R.; LIMA, G. Â. Contratos inteligentes no desenvolvimento de coleções: uma abordagem orientada à blockchain. *In: WORKSHOP DE INFORMAÇÃO, DADOS E TECNOLOGIA (WIDAT 2022). Anais do V WIDaT. Vitória: PPGCI/UFES, 2022. p. 63-68.*

ROTHER, E. T. Revisão sistemática x Revisão narrativa. *Rev. Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo, v. 20, n. 2, 2021.

RUPP, E.; SWEETMAN, K.; PERRY, D. Updating circulation policy for the 21st century. **Journal of Access Services**, v. 7, n. 3, p. 159-175, 2010.

SAFDAR, M.; QUTAB, S.; ULLAH, F. S.; SIDDIQUE, N.; KHAN, M. A. A mapping review of literature on Blockchain usage by libraries: Challenges and opportunities. **Journal of**

Librarianship and Information Science, p. 1-11, 2022. Disponível em:
<https://doi.org/10.1177/09610006221090225>

SANJAY, P. Collection development in academic libraries. **International Journal of Library and Information Science**, v. 8, n. 7, p. 62-67, 2016.

SEMITSU, J. P. Burning cyberbooks in public libraries: Internet filtering software vs. the First Amendment. **Stanford Law Review**, p. 509-545, 2000.

SZABO, N. Smart contracts. Phonetic Sciences, University of Amsterdam, 1994. Disponível em:
<https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html> Acesso em: 18 de jan. de 2023.

VERGUEIRO, W. C. S. Desenvolvimento de coleções: uma nova visão para o planejamento de recursos informacionais. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 22, n. 1, 1993.

VERMA, M. Amalgamation of Blockchain Technology and Knowledge Management System to fetch an enhanced system in the Library. **International Journal of Innovative Research in Technology**, v. 7, n. 11, p. 474-477, 2021.

VIGNAU, B. S. S.; MENESES, G. Collection development policies in university libraries: a space for reflection. **Collection building**, v. 24, n. 1, p. 35-43, 2005.
<https://doi.org/10.1108/01604950510576119>

XAVIER, A. C. C.; DUQUE, C. G. Prontuário eletrônico do paciente: qual a contribuição da arquivística e do Smart Contracts para a sua gestão na Era da Saúde 4.0?. **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, v. 10, n. 3, p. 1-10, 2021.

WANG, C.; SHAOCHUN, Xu; CHEN, L; CHEN, Xuhui. Exposing library data with big data technology: A review. In: IEEE/ACIS 15TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE (ICIS), Okayama, Japan, 2016. IEEE, 2016. p. 1-6. DOI: 10.1109/ICIS.2016.7550937

WEITZEL, S. R. Desenvolvimento de coleções: origem dos fundamentos contemporâneos. **Transinformação**, v. 24, p. 179-190, 2012.

ZENG, J. ; DAI, X.; XIAO, J.; YANG, W.; HAO, W.; JIN, H. BookChain: Library-free book sharing based on Blockchain technology. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE AD-HOC AND SENSOR NETWORKS (MSN), 15TH, 2019. Shenzhen, China: IEEE, 2019. p. 224-229. DOI: 10.1109/MSN48538.2019.00051*

ZHANG, X.; ZHANG, X.; LI, R. A blockchain enhanced book lending system for college library. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY, 4th, Shenzhen, 2022. 2022. p. 160-165. DOI: [10.1109/MSN48538.2019.00051](https://doi.org/10.1109/MSN48538.2019.00051)*

ZHENG, Z. *et al.* An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. **Future Generation Computer Systems**, v. 105, p. 475-491, 2020.